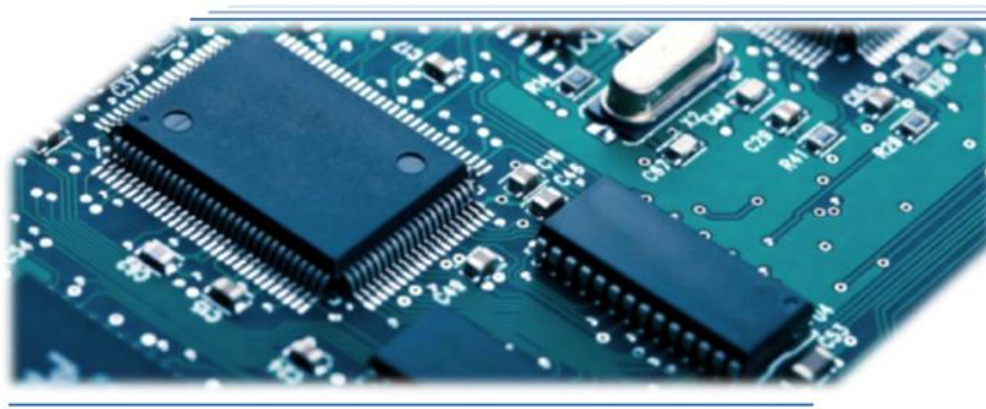




复旦微电子

FM33LE0XX开发注意事项



上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

开发者论坛: <http://www.fmdevelopers.com.cn>



本资料是为了让用户根据用途选择合适的上海复旦微电子集团股份有限公司（以下简称复旦微电子）的产品而提供的参考资料，不转让属于复旦微电子或者第三者所有的知识产权以及其他权利的许可。

在使用本资料所记载的信息最终做出有关信息和产品是否适用的判断前，请您务必将所有信息作为一个整体系统来进行评价。

采购方对于选择与使用本文描述的复旦微电子的产品和服务全权负责，复旦微电子不承担采购方选择与使用本文描述的产品和服务的责任。除非以书面形式明确地认可，复旦微电子的产品不推荐、不授权、不担保用于包括军事、航空、航天、救生及生命维持系统在内的，由于失效或故障可能导致人身伤亡、严重的财产或环境损失的产品或系统中。

未经复旦微电子的许可，不得翻印或者复制全部或部分本资料的内容。

今后日常的产品更新会在适当的时候发布，恕不另行通知。在购买本资料所记载的产品时，请预先向复旦微电子在当地的销售办事处确认最新信息，并请您通过各种方式关注复旦微电子公布的信息，包括复旦微电子的网站(<http://www.fmsh.com/>)。

如果您需要了解有关本资料所记载的信息或产品的详情，请与上海复旦微电子集团股份有限公司在当地的销售办事处联系。

商 标

上海复旦微电子集团股份有限公司的公司名称、徽标以及“复旦”徽标均为上海复旦微电子集团股份有限公司及其分公司在中国的商标或注册商标。

上海复旦微电子集团股份有限公司在中国发布，版权所有。



目 录

1 说明.....	1
2 改版记录.....	1
3 改版内容.....	2
3.1 LDO15.....	2
3.2 XTLF.....	2
3.3 ADC.....	3
3.3.1 规避多余的 EOC.....	3
3.3.2 DMA.....	3
3.4 GPIO.....	3
3.4.1 PA11 和 PA12.....	3
3.4.2 静电防护.....	3
3.5 UART.....	4
3.5.1 UART2.....	4
3.5.2 UART5.....	4
3.6 PLL.....	4
3.7 低功耗模式.....	4
3.8 LPUART.....	5
3.9 ECC.....	6



1 说明

FM33LE0XX 系列芯片是一款 M0 内核的 ARM 芯片，在客户开发中通常会遇到一些普遍的问题，本文针对这些问题进行了详细的描述，以加快客户的开发过程。具体细节请参考相关手册、例程。

2 改版记录

日期	版本	更改说明
2022.08	初版(V0.1)	首次发布
2022.10	V0.2	增加 ADC 单次转换的注意事项
2022.11	V0.3	①删除 ADC 单次转换的注意事项中解决方法 2 ②增加 LDO15 注意点 2 ④增加第 3.4 节 GPIO
2022.11	V0.4	增加 UART2 使用说明
2023.01	V0.5	①优化第一章内容 ②优化 3.3.1 内容 ③增加 ADC DMA 描述
2023.02	V0.6	3.2 章节删除 ADC 的 DMA 非循环模式没有多余 EOC 的描述
2023.05	V0.7	①增加 3.4.2 ②增加 3.5.2
2023.07	V0.8	XTHF 作为 PLL 时钟源且 PLL 作为系统主时钟说明
2023.12	V0.9	增加低功耗说明
2024.08	V0.10	增加 LPUART 说明
2025.05	V0.11	增加 3.9 ECC



3 改版内容

3.1 LDO15

①FM33LE0 LDO15 对地电容使用 1~4.7uF，串接电阻可以增强抗干扰能力，电阻范围为 0~120R，一般情况可以不接电阻，详细可参考手册 3.2 章节

②LDO15 禁止连接到 VDD

3.2 XTLF

FM33LE0 的 XTFL 上电默认关闭，软件启动。

在复旦微提供的例程中 SystemInit()函数（system_fm33le0xx.c）中默认开启 XTFL。需要注意假如系统中并没有外接 32768 晶体，需要修改 SystemInit()函数，避免 LSCLK 受到干扰。

```
void SystemInit(void)
{
    #if !defined(MFANG) && defined(USE_LSCLK_CLOCK_SRC_XTFL)
    uint32_t temp;
    #endif

    #if defined(USE_IWDG_ON_STARTUP)
    RCC->PCLKCR1 |= 0x20U; /* Enable IWDG Operat
    IWDG->CR = IWDG_OVERFLOW_PERIOD; /* Configure IWDG ove
    IWDG->SERV = 0x12345A5AU; /* Enable IWDG */
    #endif

    /* Reset PLL & SYSCLK selection */
    RCC->PLLCR = 0x00000000U;
    RCC->SYSCLKCR = 0x0A000000U;

    /* Enable PAD Operation Clock */
    RCC->PCLKCR1 |= (0x1U << 7);

    #ifndef MFANG /* MFANG handles clock configurations by
    #ifdef USE_LSCLK_CLOCK_SRC_XTFL

    /* XTFL IO configuration */
    GPIOD->FCR |= 0x003C0000U;

    /* Enable XTFL */
    RCC->XTLFCR = 0x00000000U;
    RCC->XTLFCR |= (uint32_t)(0x5U << 8);
    for(temp = 0; temp < 8; temp++)

    #ifdef USE_LSCLK_AUTO_SWITCH

    /* Enable LSCLK auto switch */
    RCC->SYSCLKCR |= 0x8000000U;

    /* LSCLK from XTFL */
    RCC->LSCLKSEL = 0xAAU;
```



3.3 ADC

3.3.1 规避多余的 EOC

ADC 使用的工作时钟是异步时钟，ADC 在配置为自动模式、单次转换、等待模式 wait=1 时，有一定概率会在转换序列完成后多一次冗余的转换，导致 EOCIF 标志的置位，影响软件流程的逻辑。

解决方法：

①使用我们例程的流程可以规避。以查询例程为例主要的做法是在采样一个通道（或一个序列）结束后立刻关闭 ADC（阻止多余的 EOC 产生），在下次采样在使能 ADC 前清除一下 ADC 的采样完成标志（即使有多余的 EOC，清除掉消除影响）。这样可以消除多余的 EOC 带来的影响。

②wait=0 也可以规避这个问题，但是需要注意在下次转换之前取走 ADC 数据。

3.3.2 DMA

使用 ADC 的 DMA 循环模式时需要注意，当 ADC 使用的工作时钟是异步时钟，且 ADC 配置为自动模式、单次转换、等待模式 wait=1 时，有一定概率会在转换序列完成后多一次冗余的转换，解决方法是将 wait=0。

3.4 GPIO

3.4.1 PA11 和 PA12

PA11 和 PA12 为假开漏管脚，不能输出高电平，内部没有上拉电阻。但是不能输入高于 VDD 电压的信号

3.4.2 静电防护

在一些应用中，MCU 的 GPIO 需要与 PCB 以外的设备引线连接。建议这些 GPIO 在靠近管脚处串接电阻。

3.5 UART

3.5.1 UART2

PB0 配置为数字功能即 UART2_RX 时, PB1 假如没有配置数字功能即 UART2_TX 时, PB1 会变为输出使能。PB1 的输出电平则根据此时的 GPIOB_DO 寄存器。

使用 UART2 时可以先配置 PB1 为 UART2_TX, 再配置 PB0 为 UART2_RX, 可以避免此问题。需要注意的是 PB1 使用数字功能时, PB0 必须配置为数字功能。

3.5.2 UART5

PC4 和 PC5 配置为 I2C 功能时, PD0 和 PD1 无法使用 UART5 的功能

3.6 PLL

当系统外挂高频晶体或陶振, 比如 8M, 为了更好的 EMC 特性, 通常可以将 XTDF 作为 PLL 的时钟源, PLL 倍频到 32M, 然后 AHB 进行 4 分频, 作为系统主时钟。使用上述配置, 当 XTDF 发生停振时, 虽然硬件自动将 SYSCLK 切到 RCHF-8M, 但是 AHB 分频系数还在, 实际停振后系统频率为 $8M/4=2M$, 存在系统的主频与之前不对应。需重点注意。

停振检测电路与 XTDF 一起使能和关闭。所以当停振时, 停振检测电路会产生中断标志, 软件可以处理此中断(可将分频系数设置为需要的档位)。示例程序参考如下

```
void System_Init(void)
{
    /*用户系统时钟配置部分*/
    /*.....*/

    FDET->ISR = FDET_ISR_HFDETIF;
    FDET->IER |= FDET_IER_HFDETIF;
    NVIC_DisableIRQ(HFDET_IRQn);
    NVIC_SetPriority(HFDET_IRQn, 0);
    NVIC_EnableIRQ(HFDET_IRQn);
}

void HFDET_IRQHandler(void)
{
    FDET->IER &= ~FDET_IER_HFDETIF;
    FDET->ISR = FDET_ISR_HFDETIF;
    RCC->SYSCLKCR &= ~(7<RCC_SYSCLKCR_AHBPRE_Pos);
    // RCC->RCHFCR = RCHF16M_TRIM;
    // RCC->RCHFCR = (1<RCC_RCHFCR_FSEL_Pos) | RCC_RCHFCR_EN;
}
```

3.7 低功耗模式

FM33LE0XX 的低功耗有 SLEEP 和 DEEPSLEEP 两种模式, SLEEP 模式为 3ua, DEEPSLEEP 模式(RTC 走时+全部 RAM 保持+CPU 内核保持)为 1.2ua。



内核和外设的都进入低功耗，MCU 才能得到理想的低功耗，PMU_CR.PMOD 的配置使得外设进入低功耗，SCR 和 WFI 的执行使得内核进入低功耗。具体的实现方法可以参看例程。

获得理想功耗的注意点：

- ①在休眠时不使用的 GPIO 禁止配置为输入浮空，可配置为高阻态，高阻态配置方式为：GPIO 配置为输入模式并且输入使能禁止；
- ②休眠时 SWD 的 SWCLK 和 SWIO 配置数字功能加上拉或外部上拉；
- ③注意 ADC、VREF 的 BUFFER 使能是否关闭；
- ④低功耗下不需要工作的电路，设计为无电或者电源可控状态；

休眠时外设和 GPIO 的寄存器都会保持不变。

FM33LE0XX 使用中断唤醒休眠，MCU 休眠唤醒后默认的主时钟为 RCHF，可以通过 PMU_CR.WKFDEL 配置唤醒后的频率为 8MHZ、16MHZ 或 24MHZ。

唤醒后先进入中断，再进入主循环。也可以通过屏蔽中断(void __disable_irq(void);)，唤醒后直接执行 WFI 后的第一条指令。

3.8 LPUART

FM33LE0XX 的 LPUART 是低功耗串口最高波特率为 9600。LPUART 的工作时钟为 32768HZ，建议选择外部低速晶体 XTALF。内部环振 LPOSC 的精度和全温区的温飘不适合做 LPUART 的工作时钟。

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
F_{LPOSC}	LPOSC 低功耗振荡频率	VDD=1.8~5.5V $T_A=25^{\circ}\text{C}$	28	32	36	KHz
I_{DD_LPOSC}	LPOSC 功耗	VDD=1.8~5.5V $T_A=25^{\circ}\text{C}$		400		nA
$ACC_{LPOSC}^{[1]}$	全温区 LPOSC 变化范围	VDD=1.8~5.5V $T_A=-40\sim 85^{\circ}\text{C}$	-6.5		4	%



需要注意的是 LPUART 的波特率的每一个 bit 不是等长的，为了消除波特率的累计误差，波特率的每一 bit 的长度是通过特别调制，可以参看例程。

3.9 ECC

复旦微后续会将现有的芯片版本替换为 ECC 版本，ECC 功能默认使能。ECC 的功能是对 FLASH 数据进行纠错和检错，增加 FLASH 的可靠性。

对于 ECC 版本的芯片需要特别注意，**操作 FLASH 时必须先擦后写，禁止在不擦除的情况下对同一地址进行多次编程**。否则可能会导致 ECC 码错误，误对正确的 FLASH 数据进行纠错。

即使不是 ECC 版本芯片，在不擦除的情况下对同一地址进行多次编程也是被禁止的。过写会影响 FLASH 的可靠性。



上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服务网点

上海复旦微电子集团股份有限公司

地址：上海市国泰路 127 号 4 号楼

邮编：200433

电话：(86-021) 6565 5050

传真：(86-021) 6565 9115

上海复旦微电子（香港）股份有限公司

地址：香港九龙尖沙咀东嘉连威老道 98 号东海商业中心 5 楼 506 室

电话：(852) 2116 3288 2116 3338

传真：(852) 2116 0882

北京办事处

地址：北京市东城区东直门北小街青龙胡同 1 号歌华大厦 B 座 423 室

邮编：100007

电话：(86-10) 8418 6608

传真：(86-10) 8418 6211

深圳办事处

地址：深圳市华强北路 4002 号圣廷苑酒店世纪楼 1301 室

邮编：518028

电话：(86-0755) 8335 0911 8335 1011 8335 2011 8335 0611

传真：(86-0755) 8335 9011

台湾办事处

地址：台北市 114 内湖区内湖路一段 252 号 12 楼 1225 室

电话：(886-2) 7721 1889

传真：(886-2) 7722 3888

新加坡办事处

地址：237, Alexandra Road, #07-01, The Alexcier, Singapore 159929

电话：(65) 6472 3688

传真：(65) 6472 3669

北美办事处

地址：2490 W. Ray Road Suite#2 Chandler, AZ 85224 USA

电话：(480) 857-6500 ext 18

公司网址：<http://www.fmsh.com/>